

ANALISIS PERBANDINGAN AKURASI METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING (SES) DENGAN OPTIMASI PARAMETER ALPHA DAN SINGLE MOVING AVERAGE PADA SISTEM PERAMALAN KEBUTUHAN STOK PRODUK BANGUNAN
(Studi Kasus: UD Ema Kencana Abadi)

I Made Sesa Putra[✉], Ni Gusti Ayu Putu Harry Saptarini, Ni Nyoman Harini Puspita

Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Bali, Badung, Indonesia

Email: sesaputra243@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol10No1.pp217-225>

ABSTRACT

Manual inventory management at UD Ema Kencana Abadi has the potential to cause recording errors and stock imbalances. The primary focus of this study is to implement a web-platform-based inventory system that integrates forecasting techniques as a decision-support instrument. The method used is Single Exponential Smoothing (SES) with dynamic optimization of the alpha (α) parameter through iteration to obtain the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE), which is then compared with the Single Moving Average (SMA-3). Testing was conducted using nine months of historical sales data on six building material products. The results showed that SMA-3 is more optimal for data with stable fluctuations, yielding a MAPE of 11.91%, whereas the optimized SES is more accurate for data with medium to high fluctuations. The implementation of this system improves forecasting accuracy and supports more objective stock procurement decision-making.

Keyword: Stock Forecasting, Single Exponential Smoothing, Single Moving Average, Alpha Optimization, MAPE.

ABSTRAK

Pengelolaan inventaris secara manual di UD Ema Kencana Abadi berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan dan ketidakseimbangan stok. Fokus utama studi ini adalah mengimplementasikan sistem inventaris berbasis platform web yang memadukan teknik peramalan sebagai instrumen pendukung keputusan. Metode yang diimplementasikan adalah Single Exponential Smoothing (SES) dengan optimasi parameter alpha (α) secara dinamis melalui iterasi untuk memperoleh nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terkecil, serta dibandingkan dengan Single Moving Average (SMA-3). Pengujian dilakukan menggunakan data historis penjualan selama 9 bulan pada enam produk material bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SMA-3 lebih optimal untuk data dengan fluktuasi stabil dengan nilai MAPE sebesar 11,91%, sedangkan SES yang dioptimasi lebih akurat pada data dengan fluktuasi menengah hingga tinggi. Implementasi sistem ini mampu meningkatkan akurasi peramalan serta mendukung pengambilan keputusan pengadaan stok secara lebih objektif.

Kata Kunci: Peramalan Stok, Single Exponential Smoothing, Single Moving Average, Optimasi Alpha, MAPE.

PENDAHULUAN

Penerapan sistem pendukung keputusan berbasis metode peramalan pada era industri 4.0 telah menjadi kebutuhan vital dalam manajemen ritel dan rantai pasok (Supply Chain). Transformasi digital pada sektor UMKM bukan sekadar tren, melainkan strategi vital untuk meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi data hingga di atas 90% dibandingkan metode manual (Qisthina et al., 2025). Dalam sektor industri perdagangan material bangunan, kemampuan memprediksi permintaan pasar menjadi faktor krusial untuk menyeimbangkan efisiensi modal dan kepuasan

pelanggan, yang sulit dicapai jika hanya mengandalkan intuisi manusia.

Namun, implementasi teknologi ini belum merata, khususnya pada UMKM seperti UD Ema Kencana Abadi di Desa Tibubiu, Tabanan. Berdiri sejak 2020, toko ini masih mengandalkan pencatatan buku konvensional yang berisiko tinggi menyebabkan selisih stok, redundansi data, serta kerusakan fisik dokumen (Anis et al., 2024); (Angraina Fitri & Sofia, 2023). Tanpa alat bantu prediksi berbasis data historis, pemilik toko sering menghadapi risiko penumpukan stok (overstock) yang menghambat arus kas atau

kekosongan stok (*stockout*) yang menyebabkan hilangnya peluang penjualan (Handayani et al., 2023; Sulistyowati et al., 2025). Pengambilan keputusan yang bersifat subjektif ini rentan terhadap kesalahan fatal dalam perencanaan pengadaan barang.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, diperlukan integrasi pendekatan sistem cerdas melalui metode peramalan kuantitatif. Penelitian ini mengimplementasikan metode Single Exponential Smoothing (SES) sebagai solusi utama. SES dipilih karena keunggulannya dalam memberikan pembobotan eksponensial, di mana data terbaru dianggap lebih relevan dalam memprediksi masa depan dibandingkan data lama (Mustopa et al., 2021). Berbeda dengan sistem inventori standar, penelitian ini memfokuskan pada optimasi parameter α secara dinamis untuk menyesuaikan dengan karakteristik fluktuasi stok bahan bangunan yang tidak memiliki tren musiman ekstrem (Rensi et al., 2022)(Antika & Nathasia, 2024).

Meskipun SES menawarkan keunggulan teoritis, efektivitasnya sangat bergantung pada akurasi penentuan parameter α . Untuk memperkuat validasi hasil peramalan, penelitian ini juga menerapkan metode Single Moving Average (SMA-3) sebagai metode pembanding. Pemilihan periode 3 bulan (SMA-3) dilakukan sebagai strategi optimalisasi di tengah keterbatasan data historis penjualan yang hanya tersedia selama 9 bulan terakhir. Berbeda dengan SES, SMA memberikan bobot yang sama rata terhadap data historis dalam periode tertentu, sehingga sering kali lebih lambat dalam merespons perubahan tren terkini (Rensi et al., 2022);(Afandi & Ismiyah, 2024). Perbandingan kedua metode ini menjadi tahap krusial untuk menemukan algoritma yang paling optimal dalam meminimalkan tingkat kesalahan (*error*).

Guna mencapai hasil yang akurat, sistem ini dirancang untuk melakukan optimasi parameter α pada SES melalui mekanisme looping secara dinamis guna mencari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terendah. Konsistensi hasil ini serupa dengan temuan (Kusuma et al., 2023), yang menegaskan bahwa pemilihan parameter α memiliki kaitan erat dengan hasil akurasi prediksi. Dengan mengintegrasikan algoritma ini ke dalam platform berbasis website, pemilik toko dapat memantau pergerakan barang secara real-time dan mendapatkan rekomendasi jumlah pengadaan stok berdasarkan data penjualan 9 bulan terakhir. Guna mengatasi persoalan tersebut, sebuah sistem inventaris berbasis web dikembangkan dalam penelitian ini dengan mengintegrasikan metode peramalan untuk mendukung pengambilan keputusan pengadaan barang pada UD Ema Kencana Abadi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang

menggunakan parameter α statis, penelitian ini mengimplementasikan optimasi α secara otomatis dalam sistem berbasis web guna menghasilkan akurasi prediksi yang lebih baik dan adaptif.

KAJIAN LITERATUR

Berbagai penelitian telah mengkaji penerapan metode peramalan dalam sistem inventori. Penelitian oleh Naer et al. (2022) berhasil mengembangkan sistem digitalisasi stok, namun belum mengintegrasikan fitur peramalan. Sementara itu, Fauziah et al. (2022) memaparkan bahwa Single Exponential Smoothing (SES) memberikan performa prediksi yang lebih presisi daripada model rata-rata bergerak bagi data dengan fluktuasi tinggi. Di sisi lain, penelitian Afandi et al. (2024) menemukan bahwa metode Single Moving Average (SMA) lebih stabil dalam menangani data dengan variasi rendah. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih menggunakan parameter α (alpha) secara statis, sehingga kurang adaptif terhadap perubahan pola data. Selain itu, integrasi metode peramalan ke dalam sistem berbasis web yang dapat digunakan secara langsung oleh pelaku UMKM masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan optimasi parameter α secara dinamis pada metode SES yang diintegrasikan dalam sistem inventori berbasis web, serta melakukan perbandingan dengan metode SMA untuk menentukan model peramalan yang paling sesuai berdasarkan karakteristik data.

Sebagai landasan algoritmik utama, *Single Exponential Smoothing* (SES) merupakan teknik peramalan yang mengkalkulasi data historis dengan memberikan pembobotan menurun secara eksponensial (Yudanto & Hartanto, 2022). Metode ini sangat adaptif terhadap data fluktuatif hal tersebut dikarenakan nilai data aktual terbaru mendapatkan proporsi pengaruh yang lebih besar dalam menentukan hasil akhir peramalan (Fauziah, 2022). Keakuratan SES sangat dipengaruhi oleh parameter pemulusan atau α (α) yang bernilai antara 0 hingga 1. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang sering menetapkan nilai α secara statis, penelitian ini menerapkan mekanisme iterasi (looping) secara komputasional untuk menemukan nilai α paling optimal bagi setiap produk material bangunan.

Sebagai instrumen pembanding (*benchmark*), metode *Single Moving Average* (SMA) digunakan untuk mengevaluasi konsistensi algoritma terhadap tren data. SMA memprediksi periode mendatang dengan menghitung rata-rata dari sejumlah n data masa lalu tanpa memberikan pembobotan khusus pada data terbaru (Rensi et al., 2022). Dalam penelitian ini,

digunakan konstanta periode $n=3$ (SMA-3). Pemilihan periode 3 bulan ini merupakan strategi optimalisasi yang disesuaikan dengan ketersediaan data historis penjualan empiris yang berdurasi 9 bulan. Penggunaan SMA-3 berfungsi untuk menguji apakah model SES yang dioptimasi secara dinamis mampu memberikan tingkat responsivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perataan linier sederhana.

Dalam konteks riset global terbaru, integrasi metode peramalan ke dalam *Decision Support System* (DSS) telah terbukti menjadi strategi esensial bagi UMKM untuk memitigasi risiko inventaris dan menjaga ketahanan rantai pasok di tengah fluktuasi pasar (Jeni et al., 2025). Pada sektor manufaktur dan material, penelitian (Nafisah et al., 2025) menegaskan bahwa metode peramalan seperti *Simple Exponential Smoothing* sangat krusial dalam perencanaan bahan baku, di mana algoritma tersebut terbukti mampu menekan *error* dan meningkatkan presisi inventaris operasional pada skala usaha kecil menengah. Hal ini juga didukung oleh temuan (Rizka et al., 2026) yang menggarisbawahi bahwa metode SES sangat relevan diimplementasikan secara digital guna menunjang keputusan manajerial dalam menghindari kondisi *overstock* maupun *stockout* pada produk retail yang berfluktuasi.

Untuk memvalidasi keandalan fungsional kedua algoritma tersebut di dalam perangkat lunak, digunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Metrik MAPE berfungsi untuk mengukur skala independen yang sangat relevan untuk konteks operasional bisnis karena menampilkan rata-rata kesalahan dalam bentuk persentase relatif (Pazira et al., 2024); (Afandi & Ismiyah, 2024). Merujuk pada standar Lewis (1982) sebagaimana dikutip oleh (Pazira et al., 2024), di mana capaian MAPE yang tidak melebihi 10% masuk dalam klasifikasi sangat baik. Sementara itu, jika persentase kesalahan berada pada interval 10% sampai 20%, maka model tersebut tetap dianggap baik. Sistem web yang dibangun akan mengkomparasikan nilai kesalahan dari kedua metode tersebut, di mana algoritma yang menghasilkan persentase MAPE terkecil akan ditetapkan sebagai dasar rekomendasi objektif untuk pengadaan barang bagi pemilik usaha.

METODE PENELITIAN

Studi ini mengimplementasikan metode eksperimental yang dipadukan ke dalam siklus pengembangan perangkat lunak. Rancangan kegiatan difokuskan pada pengembangan sistem inventori berbasis *website* menggunakan model *Waterfall* (Angraina Fitri & Sofia, 2023; (Agustio et al., 2024),

yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, desain arsitektur menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) (Sumiati et al., 2021)(Narulita et al., 2024), penulisan kode program dengan *framework* PHP Laravel dan basis data MySQL (Affif Valensyah & Irnawati, 2024), hingga pengujian.

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada manajemen stok barang material bangunan. Objek penelitian dan lokasi pengambilan data dilakukan di UD Ema Kencana Abadi, Desa Tibubiu, Tabanan. Bahan utama yang digunakan adalah data historis transaksi penjualan riil selama rentang waktu 9 bulan, terhitung dari bulan Juni 2025 hingga Februari 2026. Proses perolehan data dilaksanakan melalui penerapan teknik observasi secara langsung di lapangan, di mana peneliti meninjau catatan pembukuan konvensional yang ada di toko tersebut. Sampel data difokuskan pada enam jenis produk material dengan karakteristik fluktuasi permintaan yang dinamis, yaitu: Semen Dynamix 40Kg, Kapur Mil 25Kg, Kayu Usuk Lokal, Semen Tigaroda 40Kg, Paku 7cm, dan Meteran 5M Haston.

Pemilihan rentang waktu 9 bulan ini merupakan kondisi batas maksimal (*boundary condition*) yang dapat diekstraksi dari lapangan. Hal ini dikarenakan sistem pencatatan inventori sebelumnya masih dilakukan secara konvensional menggunakan media kertas, di mana arsip data sebelum Juni 2025 telah mengalami kerusakan fisik dan hilang. Meskipun terbatas, rentang data ini dinilai memadai untuk implementasi metode SES dan SMA-3, mengingat kedua algoritma tersebut dirancang secara spesifik untuk peramalan jangka pendek (*short-term forecasting*) dan adaptif terhadap ketersediaan data historis yang minim pada skala UMKM.

Definisi operasional dalam penelitian ini melibatkan penerapan dua algoritma peramalan sebagai variabel teknis. Pada sistem utama, diimplementasikan algoritma *Single Exponential Smoothing* (SES). Sistem dirancang untuk tidak menggunakan nilai ketetapan mutlak, melainkan melakukan iterasi (*looping*) secara dinamis pada parameter *alpha* (α) dari rentang 0,1 hingga 0,9. Proses iterasi komputasional ini bertujuan untuk mengidentifikasi nilai α spesifik yang menghasilkan tingkat kesalahan terendah bagi masing-masing produk material. Pada implementasi perhitungan matematis SES, penentuan nilai ramalan awal (F_1) merupakan tahapan yang krusial karena belum tersedianya data historis peramalan (prediksi) pada periode sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini menetapkan nilai ramalan pertama diasumsikan sama dengan data aktual pada periode pertama ($F_1 = X_1$). Nilai ini digunakan sebagai titik inialisasi dasar

(*initialization*) sebelum perhitungan pembobotan eksponensial untuk periode-periode berikutnya dieksekusi oleh sistem.

Persamaan matematis SES yang diimplementasikan adalah sebagai berikut (Yudanto & Hartanto, 2022); (Fauziah, 2022):

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (1)$$

Keterangan:

- F_{t+1} : Nilai ramalan periode berikutnya
- X_t : Nilai aktual pada periode ke -t
- F_t : Nilai ramalan pada periode ke -t,
- α : Konstanta pemulusan dengan nilai antara 0 dan 1.

Untuk mengatasi kelemahan penentuan parameter statis, penelitian ini mengimplementasikan algoritma optimasi dinamis. Proses pencarian nilai α terbaik dieksekusi oleh sistem melalui metode pencarian berurutan (*sequential search*). Sistem secara otomatis melakukan iterasi perhitungan SES dimulai dari nilai $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ dengan interval kenaikan 0,1. Pada setiap iterasi, sistem mengkalkulasi nilai *error* peramalan menggunakan metrik MAPE untuk seluruh data historis produk. Setelah sembilan kali siklus iterasi selesai, algoritma akan membandingkan seluruh hasil dan menetapkan nilai α yang menghasilkan persentase MAPE terkecil sebagai parameter optimal untuk melakukan peramalan pada periode berikutnya.

Sebagai *variable* pembanding, diimplementasikan algoritma *Single Moving Average* (SMA) dengan konstanta periode 3 bulan ($n=3$). Pemilihan orde waktu 3 bulan (SMA-3) didasarkan pada justifikasi metodologis bahwa rentang waktu tersebut merupakan titik keseimbangan yang optimal untuk data historis berukuran kecil (9 bulan). Penggunaan nilai n yang lebih besar akan terlalu banyak mereduksi derajat kebebasan data (*degree of freedom*) dan menyebabkan model terlalu lambat merespons perubahan tren (*lagging*), sementara nilai n yang lebih kecil rentan terhadap *noise* acak. Persamaan matematis SMA dirumuskan sebagai berikut (Rensi et al., 2022):

$$F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

- F_{t+1} : Nilai ramalan periode berikutnya
- X_t : Data aktual pada periode ke -t,
- n : Batas jumlah periode waktu historis yang digunakan (dalam hal ini $n=3$)

Evaluasi performa kedua algoritma tersebut dilakukan dengan mengandalkan parameter *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dalam menghitung selisih kesalahan (*error*). Algoritma yang menghasilkan persentase kesalahan terkecil akan ditetapkan secara otomatis oleh sistem sebagai dasar rekomendasi penambahan stok berstatus kritis. Rumus evaluasi MAPE didefinisikan sebagai berikut (Pazira et al., 2024):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

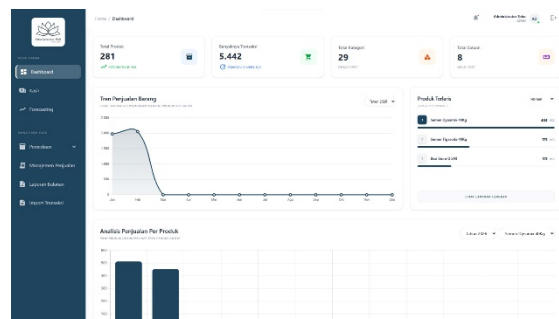
- n : Jumlah data periode peramalan,
- X_t : Nilai data aktual pada periode ke -t,
- F_t : Nilai hasil peramalan pada periode ke -t

Selanjutnya, teknik analisis fungsionalitas perangkat lunak dilakukan melalui dua tahapan pengujian. Pertama, *Black Box Testing* untuk memverifikasi kesesuaian *input-output* pada logika bisnis sistem (Maspupah, 2024). Kedua, validasi komparatif antara *output* peramalan *website* dengan perhitungan matematis menggunakan Microsoft Excel untuk memastikan tidak ada kesalahan kalkulasi matematis dalam implementasi kode program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem dan Pengolahan Data Aktual

Pengembangan sistem manajemen persediaan dan peramalan berhasil diimplementasikan ke dalam platform *website* berbekal *framework* Laravel. Panel kendali (*dashboard*) pada sistem dirancang secara komprehensif untuk menyajikan indikator operasional secara langsung (*real-time*). Inovasi ini menjadi titik tolak digitalisasi pencatatan di UD Ema Kencana Abadi, menghadirkan fitur pemantauan kuantitas produk, fluktuasi permintaan makro, serta rekam historis detail untuk setiap material sebagaimana diilustrasikan dalam **Gambar 1**



Gambar 1. Halaman Dashboard

Secara fungsional, mesin peramalan menarik sumber data dari riwayat transaksi riil periode Juni 2025 hingga Februari 2026. Sebanyak enam material bangunan dengan karakteristik fluktuasi yang bervariasi ditetapkan sebagai sampel pengujian, yakni Semen Dynamix 40Kg, Semen Tigaroda 40Kg, Kapur Mil 25Kg, Kayu Usuk Lokal, Paku 7cm, dan Meteran 5M Haston. Himpunan data historis tersebut secara langsung diolah oleh algoritma guna menghasilkan rekomendasi pengadaan barang yang objektif.

Optimasi Parameter Alpha (α) dan Validasi

Karakteristik pola permintaan barang menuntut fleksibilitas parameter pada penerapan metode *Single Exponential Smoothing* (SES). Menjawab kebutuhan tersebut, aplikasi secara komputasional melakukan proses *looping* otomatis pada konstanta *alpha* (α) dari skala 0,1 sampai 0,9 untuk melacak persentase kesalahan (MAPE) paling minimum di setiap item material.

Sebagai studi kasus pada produk Semen Dynamix 40Kg, nilai *error* peramalan teramati menyusut sejalan dengan bertambahnya besaran α , hingga mencapai titik konvergensi paling presisi di angka $\alpha = 0,8$ dengan skor MAPE 16,70%. Untuk memastikan bahwa translasi rumus matematis ke dalam bahasa pemrograman PHP telah akurat, dilakukan uji validasi komparatif antara hasil kalkulasi sistem dan hitungan manual. Tabel 3 memperlihatkan hasil komparasi tersebut, di mana tidak ditemukan adanya deviasi nilai (*margin error* 0%). Fakta ini menegaskan

bahwa mesin komputasi pada *framework* Laravel beroperasi secara mutlak dan presisi sesuai kaidah matematis.

Tabel 1. Data Aktual Penjualan Semen Dynamix 40Kg

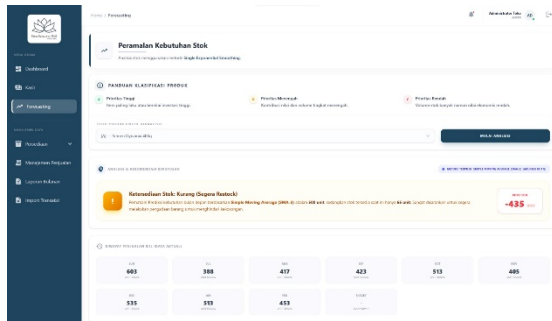
Bulan	Data Aktual
Juni 2025	603
Juli 2025	388
Agustus 2025	417
September 2025	423
Oktober 2025	513
November 2025	405
Desember 2025	535
Januari 2026	513
Februari 2026	453

Tabel 2. Hasil Iterasi Nilai Alpha pada Produk Semen Dynamix 40Kg

Nilai Alpha	MAPE (%)	Keterangan
0.1	24,06%	
0.2	20,51%	
0.3	19,80%	
0.4	19,08%	
0.5	18,38%	
0.6	17,70%	
0.7	17,08%	
0.8	16,70%	Optimal
0.9	17,35%	

Tabel 3. Validasi Kalkulasi SES pada Semen Dynamix 40Kg ($\alpha=0,8$)

Bulan	Data Aktual	Ramalan	<i>error</i>	<i>abs error</i>	<i>PE</i>
Juni	603				
Juli	388	603	-215	215	55.41%
Agustus	417	431	-14	14	3.36%
September	423	419.8	3.2	3.2	0.76%
Oktober	513	422.3	90.6	90.6	17.67%
November	405	494.8	-89.8	89.8	22.19%
Desember	535	422.9	112	112	20.94%
Januari	513	512.5	0.4	0.4	0.08%
Februari	453	512.9	-59.9	59.9	13.23%
MAPE					16.70%



Gambar 2. Halaman Peramalan



Gambar 3. Grafik Data Aktual dengan Hasil Peramalan



Gambar 4. Hasil Looping Nilai Alpha

Sebagai pelengkap validasi numerik, fungsionalitas sistem peramalan ini juga disajikan secara visual melalui antarmuka perangkat lunak. Gambar 2 menampilkan halaman utama peramalan yang telah dilengkapi dengan fitur mitigasi dini (*early warning system*), di mana sistem secara otomatis memberikan rekomendasi keputusan pengadaan barang jika ketersediaan stok terdeteksi kurang. Selanjutnya, sistem memvisualisasikan perbandingan pergerakan data penjualan aktual dengan tren hasil peramalan SES dan SMA-3 melalui diagram garis (*line chart*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Grafik tersebut menunjukkan bahwa metode SES lebih responsif terhadap perubahan data aktual, sedangkan metode SMA cenderung mengalami keterlambatan (*lagging*). Lebih lanjut, Gambar 4 menampilkan rekapitulasi hasil iterasi parameter alpha (α) yang dieksekusi oleh sistem. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi mampu secara

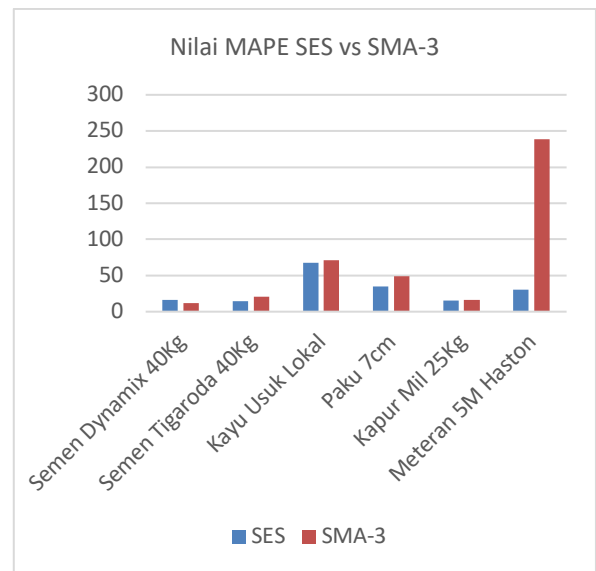
dinamis melakukan iterasi untuk menyeleksi dan menetapkan nilai kesalahan (MAPE) terkecil sebagai dasar prediksi yang paling optimal.

Analisis Perbandingan Akurasi (SES vs SMA-3)

Menyusul selesainya tahapan iterasi parameter, sistem mengeksekusi komparasi akhir guna membandingkan hasil perhitungan SES (dengan nilai α optimal) terhadap metode *Single Moving Average* (SMA-3). Rekapitulasi tingkat akurasi dari keenam sample produk material disajikan secara komprehensif pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Perbandingan Akurasi SES dan SMA-3

Nama Produk	MAPE SES (%)	MAPE SMA-3 (%)	Metode Terbaik
Semen Dynamix 40Kg	16,70%	11,91%	SMA-3
Semen Tigaroda 40Kg	14,06%	20,33%	SES
Kayu Usuk Lokal	68,01%	71,12%	SES
Paku 7cm	35,25%	48,75%	SES
Kapur Mil 25Kg	15,15%	16,02%	SES
Meteran 5M Haston	30,75%	238,49%	SES



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai MAPE SES dan SMA-3

Merujuk pada hasil evaluasi yang tersaji di Tabel 4, dapat dilihat bahwa tingkat akurasi metode peramalan sangat dipengaruhi oleh karakteristik data penjualan masing-masing produk, khususnya tingkat fluktuasi (*volatility*) dan pola perubahan data dari waktu ke waktu.

Pada produk dengan pola penjualan relatif stabil dan memiliki variansi rendah, seperti Semen Dynamix

40Kg, metode *Single Moving Average* (SMA-3) menunjukkan tingkat efektivitas yang lebih tinggi terlihat melalui perolehan nilai MAPE sebesar 11,91% dibandingkan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) sebesar 16,70%. Hal ini disebabkan oleh mekanisme *smoothing* pada SMA yang mampu meredam *noise* atau fluktuasi kecil dalam data, sehingga sistem mampu memberikan hasil prakiraan yang cenderung jauh lebih stabil dibandingkan sebelumnya. Kinerja SMA cenderung unggul pada pola data horizontal. Mekanisme ini tidak membedakan tingkat kepentingan antara data lama dan baru, melainkan menyamaratakan seluruh observasi dalam rentang waktu tertentu.

Sebaliknya, pada produk dengan tingkat fluktuasi menengah seperti Paku 7cm, metode SES yang telah dioptimasi menunjukkan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan SMA. Model menjadi lebih adaptif dalam menangkap perubahan pola permintaan karena mekanisme SES menerapkan pembobotan eksponensial yang menitikberatkan pada data periode paling mutakhir. Dengan demikian, SES mampu menangkap dinamika pasar yang lebih cepat dibandingkan SMA yang cenderung mengalami keterlambatan (*lagging*) dalam merespons perubahan signifikan.

Namun demikian, evaluasi kritis secara matematis perlu dilakukan pada produk Kayu Usuk Lokal dan Meteran 5M Haston yang menunjukkan deviasi prediksi sangat ekstrem. Tingginya nilai *error* (MAPE) pada produk tersebut bukanlah indikasi kegagalan komputasi sistem, melainkan representasi dari keterbatasan model peramalan linear saat dihadapkan pada karakteristik data *lumpy demand* (permintaan sporadis) dan *low-volume sales* (penjualan bervolume rendah).

Pada kasus Kayu Usuk Lokal (MAPE SES 68,01% dan SMA 71,12%), tingginya tingkat kesalahan dipicu oleh anomali lonjakan permintaan yang sporadis. Berdasarkan penelusuran kualitatif di lapangan, material ini sering kali dipesan mendadak dalam volume masif untuk menyuplai kebutuhan proyek konstruksi berskala besar pada bulan-bulan tertentu. Metode SES dan SMA pada dasarnya mengasumsikan adanya pola historis yang stasioner, sehingga algoritma ini gagal mengantisipasi guncangan data (*outlier*) akibat faktor eksternal tersebut. Akibatnya, hasil prediksi secara konsisten akan tertinggal dari realitas lonjakan aktual.

Fenomena berbeda dan menarik diamati pada produk perkakas Meteran 5M Haston, di mana metode SMA-3 menghasilkan nilai MAPE yang sangat ekstrem sebesar 238,49%, sementara SES teroptimasi mampu

menekannya hingga 30,75%. Meteran bukanlah material habis pakai (*consumable*) utama, sehingga frekuensi dan volume penjualannya sangat kecil. Secara matematis, persentase kesalahan (MAPE) dihitung dengan membagi selisih nilai absolut terhadap data aktual. Ketika nilai aktual sangat kecil atau mendekati nol, sedikit saja selisih pada nilai peramalan akan menghasilkan pembengkakan persentase *error* yang masif (*scaling issue*). Dalam kondisi ini, SMA-3 terbukti tidak relevan karena terus membawa rata-rata sisa nilai historis dari bulan-bulan sebelumnya. Sebaliknya, metode SES membuktikan keunggulannya, dengan nilai optimasi parameter *alpha* (α) yang dinamis, SES mampu mengabaikan data lama yang tidak relevan dan beradaptasi secara cepat terhadap nilai aktual terbaru yang kecil tersebut.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan metode peramalan tidak dapat dilakukan secara universal, melainkan harus mempertimbangkan karakteristik data yang dianalisis. SES lebih unggul dalam menangani data dengan tingkat perubahan yang dinamis, sedangkan SMA lebih sesuai untuk data yang stabil dan memiliki fluktuasi rendah. Temuan serupa juga dipaparkan oleh Fauziah et al. (2022), di mana hasil studinya menunjukkan bahwa metode berbasis pembobotan eksponensial lebih adaptif terhadap perubahan data, serta penelitian Afandi dan Ismiah (2024) yang menunjukkan bahwa metode rata-rata bergerak lebih efektif dalam meredam fluktuasi kecil pada data stabil.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan optimasi parameter pada metode SES memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam menyesuaikan model terhadap karakteristik data yang berbeda. Meskipun demikian, keterbatasan metode peramalan linear dalam menangani data dengan pola non-stasioner dan ekstrem menunjukkan perlunya pengembangan model yang lebih kompleks pada penelitian selanjutnya, seperti pendekatan berbasis *machine learning* atau *hybrid model*.

Pengujian Sistem dan Penerimaan Pengguna

Keandalan fungsional dari aplikasi *web* yang dibangun dievaluasi secara menyeluruh melalui metode pengujian *Black Box*. Skenario pengujian membedah lima pilar fungsionalitas utama sistem, yang mencakup: pembatasan hak akses (*login* multi-aktor), manipulasi basis data inventori utama, otomasi pembaruan persediaan melalui modul transaksi, kalkulasi dan indikator peramalan matematis (SES dan SMA), serta kapabilitas rekapitulasi laporan berbasis PDF. Hasil eksekusi terhadap kelima modul tersebut mencatatkan

tingkat validitas 100%, di mana seluruh elemen antarmuka mampu merespons masukan data sesuai dengan spesifikasi perancangan tanpa ditemukan adanya anomali teknis (*bug*).

Tabel 5. Pengujian Black Box Testing

No	Fitur Utama	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Autentikasi	Login Admin & Pemilik	Akses masuk sesuai hak akses masing-masing aktor.	Valid
2	Data Barang	CRUD Master Data	Data tersimpan, terupdate, dan terhapus pada basis data.	Valid
3	Transaksi Stok	Restock & Kasir	Update stok fisik secara otomatis di database.	Valid
4	Peramalan SES & SMA	Kalkulasi & Indikator	Menampilkan nilai prediksi, MAPE, dan status stok (Aman/Kritis).	Valid
5	Pelaporan	Filter & Cetak Laporan	Menghasilkan dokumen laporan sesuai periode tanggal.	Valid

Pada tahap evaluasi fungsionalitas lanjutan, instrumen *User Acceptance Test* (UAT) diimplementasikan guna meninjau kelayakan sistem dari kacamata pemilik usaha. Berdasarkan uji empiris di lapangan, antarmuka aplikasi terbukti kapabel beroperasi sebagai sistem pendukung keputusan yang aplikatif. Secara khusus, keberadaan fitur indikator visual berwarna merah pada status persediaan "Kritis" dipandang sebagai instrumen mitigasi dini (*early warning system*) yang sangat esensial untuk memandu penjadwalan *restock*. Secara praktis, transisi dari pembukuan manual ke ekosistem digital cerdas ini berhasil memangkas redundansi operasional sekaligus menekan potensi kerugian finansial yang diakibatkan oleh kekosongan barang di gudang (*stockout*).

Keterbatasan Penelitian

Meskipun sistem peramalan ini telah berhasil diimplementasikan, Penelitian ini tidak luput dari beberapa keterbatasan teknis yang secara tidak langsung dapat memengaruhi hasil peramalan yang dihasilkan, antara lain:

- Ketersediaan data historis penjualan yang digunakan sebagai sampel uji terbatas pada durasi 9 bulan (Juni 2025 - Februari 2026) akibat hilangnya arsip pembukuan fisik pada periode sebelumnya.

Keterbatasan rentang waktu ini menyebabkan algoritma peramalan linear yang digunakan belum mampu mendeteksi dan memodelkan pola musiman (*seasonality*) tahunan secara komprehensif, sehingga prediksi sangat bergantung pada tren fluktuasi jangka pendek..

- Penelitian ini dibatasi pada enam jenis sampel produk material bangunan. Karakteristik fluktuasi keenam produk ini mungkin tidak merepresentasikan perilaku penjualan dari ratusan item lain yang ada di inventori UD Ema Kencana Abadi. Oleh karena itu, hasil akurasi model pada penelitian ini sangat bergantung pada periode dan varian produk yang dipilih.

KESIMPULAN

Digitalisasi sistem inventori di UD Ema Kencana Abadi telah berhasil diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web yang mampu mendukung pengambilan keputusan secara objektif. Hasil pengujian model mengonfirmasi bahwa teknik optimasi parameter alpha (α) melalui iterasi dinamis pada metode SES secara efektif menekan angka kesalahan peramalan, terutama pada material dengan fluktuasi permintaan yang dinamis. Berdasarkan hasil analisis, metode SMA-3 terbukti memberikan hasil yang lebih stabil dan terukur pada produk dengan pola penjualan linear seperti Semen Dynamix 40Kg dengan nilai MAPE sebesar 11,91%. Sebaliknya, metode SES dengan optimasi parameter α dinamis terbukti superior untuk merespons produk dengan volatilitas fluktuasi menengah hingga tinggi, seperti pada Semen Tigaroda 40Kg (MAPE 14,06%) dan Kapur Mil 25Kg (MAPE 15,15%). Evaluasi melalui pengujian sistem dan UAT membuktikan bahwa mekanisme peringatan dini (*early warning*) pada aplikasi berfungsi dengan akurat dalam memitigasi risiko *stockout* dan mengoptimalkan pengelolaan modal. Adapun keterbatasan dalam memprediksi lonjakan sporadis, seperti pada kasus Kayu Usuk Lokal (MAPE di atas 68%), menjadi landasan bagi riset mendatang untuk mengintegrasikan pendekatan *Artificial Intelligence* (AI) maupun *machine learning* guna meningkatkan ketajaman prediksi pada kondisi data yang bersifat ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, R. R., & Ismiyah, E. (2024). Analisis Peramalan Penjualan Semen Menggunakan Metode Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 5(2), 188.
- Affif Valensyah, F., & Irnawati, O. (2024). Sistem Informasi Berbasis Website Menggunakan

- Framework Laravel. *INSANtek*, 5(1), 07–14. <https://doi.org/10.31294/insantek.v5i1.3408>
- Agustio, R. F., Baharianto, A. I., Mulia, R. P., & Haryono, W. (2024). Perancangan Sistem Inventory dan Transaksi Pembelian Stok Barang Berbasis Web Dengan Metode Waterfall. *Jurnal RESTIKOM: Riset Teknik Informatika Dan Komputer*, 6(3), 554–564.
- Angraina Fitri, D., & Sofia, J. (2023). Perancangan sistem inventory barang gudang berbasis website. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 4(1), 293–298. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v4i1.4794>
- Anis, Y., Wahyudi, E. N., & Kurniawan, H. C. (2024). Metode Waterfall dalam Pengembangan Sistem Inventaris Guna Meningkatkan Efisiensi Manajemen Stok Barang. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(2), 329–338. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i2.1351>
- Antika, N. G., & Nathasia, N. D. (2024). Implementasi Metode Single Exponential Smoothing (SES) Pada Aplikasi Inventory Berbasis Web. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 13(1), 192–198.
- Fauziah, L. (2022). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing dan Moving Average pada Prediksi Stock Produk Retail Berbasis Web. *String (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 7(2), 159–168.
- Handayani, H., Ayulya, A. M., Faizah, K. U., Wulan, D., & Rozan, M. F. (2023). Perancangan Sistem Informasi Inventory Barang Berbasis Web Menggunakan Metode Agile Software Development. *Jurnal Testing Dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1), 29–40. <https://doi.org/10.55583/jtisi.v1i1.324>
- Jenei, S., Bacho, R., Tendl, H., Nagy, R., Dávid, L. D., & Vegh, K. (2025). Managing Inventory Risks in SMEs: Strategic Approaches to Stocking, Supplier Choice and Digital Solutions. *Journal of Cultural Analysis and Social Change*, 10(4), 2482–2495.
- Kusuma, D. T., Purwanto, Y. S., Sudirman, M. Y. D., Fitriani, Y., & Saputra, A. L. (2023). Optimization of Alpha Parameters in Single Exponential Smoothing Method for Forecasting Coffee Raw Material Stocks. *International Conference on Networking, Electrical Engineering, Computer Science, and Technology (IconNECT)*, 207–212.
- Maspupah, A. (2024). Literature Review: Advantages And Disadvantages of Black Box And White Box Testing Methods. *Techno Nusa Mandiri: Journal of Computing and Information Technology*, 21(2), 151–162.
- Mustopa, M., Junaedi, I., & Sianipar, A. Z. (2021). Sistem informasi penjualan dan pengendalian stock barang bangunan pada toko bangunan delima. *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, 1(April), 105–116. <https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v1i2.447>
- Nafisah, S., Rezha, A., Najaf, E., Karunia, P., & Ananto, F. (2025). Forecasting and Raw Material Planning in Traditional Songkok Production Using ARIMA and Simple Exponential Smoothing. *JUSIFO (Jurnal Sistem Informasi)*, 11(1), 31–42.
- Narulita, S., Nugroho, A., & Abdillah, M. Z. (2024). Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS). *BRIDGE: Jurnal Publikasi Sistem Informasi Dan Telekomunikasi*, 2(3), 244–256.
- Pazira, E., Zulhan Widya Baskara, & Aini, Q. (2024). Perbandingan Peramalan Jumlah Produksi Air Bersih PT. Air Minum Giri Menang dengan Metode Double Exponential Smoothing dari Holt dan Brown menggunakan Optimasi Algoritma Kuadratik. *Indonesian Journal of Applied Statistics and Data Science*, 1(1), 37–47. <https://doi.org/10.29303/ijasds.v1i1.5793>
- Qisthina, N. A. C., Andarwati, M., & Putri, D. M. (2025). Desain sistem informasi inventaris barang untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) berbasis website. *Journal of Information System and Application Development*, 3(1). <https://doi.org/10.26905/jisad.v3i1.15396>
- Rensi, V., Alfa, N., & Putri, A. L. (2022). Comparison of SES and SMA Method Against Production Level Property of Fabrication Precision Engineering and Its Effect on Production Planning (Case Study PT X). *EAI Endorsed Transactions*, 8(4), 1–9. <https://doi.org/10.4108/eetel.3709>
- Rizka, A., Kurniawan, G., Ageva, A., & Pinem, A. (2026). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing untuk Prediksi Penjualan Kacamata. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 7(1), 92–102. <https://doi.org/10.47065/bit.v5i2.2621>
- Sulistiyowati, Muthahari, F. A., Rachman, A., Uttunga, R., & Utami, R. (2025). Implementasi Metode Single Exponential Smoothing Pada Analisa Peramalan Penjualan Voucher. *SNESTIK*, 187–194.
- Sumiati, M., Abdillah, R., & Cahyo, A. (2021). Pemodelan UML untuk Sistem Informasi Persewaan Alat Pesta. *Jurnal Fasilkom*, 11(2), 79–86.
- Yudanto, B. W., & Hartanto, B. (2022). Implementasi Metode Single Exponential Smoothing dalam Melakukan Perkiraan Stok Barang di Toko Makanan Ringan Berbasis Sistem Informasi. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology*, 5(2), 188–199. <https://doi.org/10.32500/jematech.v5i2.2563>